

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN PARA DISPOSITIVOS
MÓVILES QUE PERMITE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL
SUMINISTRO DE ALIMENTO DE PORCINOS BAJO LA PLATAFORMA
ANDROID®**



ORLANDO JOSE MORELO AYAZO

JOSÉ DAVID VILORIA ARTEAGA

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERIAS
INGENIERIA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
MONTERÍA – CÓRDOBA
2015**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN PARA DISPOSITIVOS
MÓVILES QUE PERMITE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL
SUMINISTRO DE ALIMENTO DE PORCINOS BAJO LA PLATAFORMA
ANDROID®**



ORLANDO JOSE MORELO AYAZO

JOSÉ DAVID VILORIA ARTEAGA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingenieros de Sistemas

ASESOR

HAROLD BULA HERAZO

Ingeniero de Sistemas
Esp. Ingeniera de Software
M.Sc. Software libre

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERIAS
INGENIERIA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
MONTERÍA – CÓRDOBA
2015**

NOTA DE APROBACIÓN

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Montería, junio de 2015

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios ser maravilloso lleno de amor y bondad, que nos dio fuerza y fe para terminar todo el camino en la carrera ingeniería de sistemas y fuera de ella, por ser nuestro más grande amigo y consejero en todo lo vivido.

Infinitas gracias a nuestros padres y madres que con su incansable amor y esfuerzo han sacado adelante también esta meta de sus hijos, con un apoyo magnifico en todas las situaciones vividas de nuestra lucha. Dios los bendiga siempre en cada instante.

Gracias totales a nuestro asesor, Ingeniero Harold Bula Herazo por su gran trabajo antes de ser nuestro asesor y más en el transcurso de todo lo realizado, por su esfuerzo, dedicación, sus conocimientos, su manera de trabajar, su persistencia y paciencia, y sobre todo por creer en nosotros.

Gracias a la ilustre Universidad De Córdoba por darnos la oportunidad de egresar de ella, a Todo el personal de UNICOR gracias por su atención y colaboración prestada para llegar y conseguir nuestros objetivos trazados.

Gracias a todos los profesores que con su esfuerzo se dedicaron a dar sus conocimientos para que aprendiéramos en nuestra carrera, en especial a los del departamento de ingeniería de sistemas los cuales aparte de brindar conocimientos también dieron su sincera amistad.

Muchísimas gracias a nuestros valiosos amigos algunos catalogados como hermanos los que pertenecen al mundo de ingeniería y los que estas en nuestro diario vivir, aunque algunos no nos acompañan en presencia física se les agradece infinitamente igual que los demás.

Como una vez dijo nuestro amigo y profesor Pedro Guevara: lo importante no es que saques una nota de 4.5 o 3.5 lo importante es lo que se aprende.

Dios los bendiga a todos.

DEDICATORIA

A Dios, guía y cimiento de mi transitar diario y hacerme crecer como persona.

A mis padres, Yenis del Carmen Ayazo Velásquez y Jorge Isaac Morelos Sierra, porque al final de esta etapa de mi vida no encuentro como agradecerle todo lo que han hecho por mí, Gracias por darme la vida, por enseñarme amar a Dios, por darme su amor, confianza y apoyo incondicional ustedes que fueron testigo del camino andado para llegar hasta aquí. El logro hoy alcanzado es también de ustedes resultados de sus esfuerzos sacrificio y el tiempo invertido en mí por lo que ha sido y será mil gracias.

A mis tíos y primos, por su incondicional apoyo y en especial a mis tías Amparo Ayazo Velásquez y Kira Ayazo Velásquez por escucharme y entregar su amor y por quienes me han enseñado que lo más importante es la familia y que juntos cualquier obstáculo es más fácil de superar.

A mis amigos de toda la vida por que no son solo amigos, son hermanos, ya que son parte fundamental para que cada persona tenga sonrisas, vivencias, experiencias y felicidades, en especial a José Viloria Arteaga por ser un hermano luchador en esta vida, a Luis Fernando Florez Cogollo y Ana Sofía González Ávila por estar siempre ahí en buenas y malas enseñándome y haciendo de mí una mejor persona.

Orlando José Morelo Ayazo

A Dios quien hace posibles todas las cosas por darme la fortaleza, constancia y sabiduría para vencer los obstáculos y lograr con éxito el cumplimiento de mis objetivos y metas propuestas.

A mis padres Jose Viloria Guevara y Ena Arteaga Llorente porque gracias a su amor, esfuerzo y apoyo incondicional puedo ver realizado hoy este proyecto de vida que junto a ellos un día decidimos comenzar.

A mis hermana Biviana Viloria Arteaga que confió y creyó en mis capacidades y me ha brindado sin ninguna restricción su apoyo en todos mis proyectos de vida.

A mis tíos, primos y amigos por sus acompañamientos en todo este proceso, por enseñarme que con perseverancia y disciplina todo se puede lograr en especial al Orlando Morelo Ayazo quien me acompaño en cada una de estas etapas.

Jose David Viloria Arteaga

TABLA DE CONTENIDO

Página

RESUMEN

1. OBJETIVOS	6
1.1. OBJETIVOS GENERAL	6
1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	6
2. INTRODUCCIÓN	7
2.1. Problemática.....	9
2.2. Antecedentes	10
2.2.1. Contexto Internacional.....	10
2.2.2. Contexto Nacional	11
2.3. Justificación.....	12
3. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	13
3.1. Marco teórico.....	13
3.1.1. Sistema de alimentación de cerdos	13
3.1.2. Sistema Android	16
3.1.3 Aplicaciones para automatización con dispositivos móviles.	18
3.1.4. IDE de Desarrollo Eclipse	19
3.2. MARCO CONCEPTUAL.....	19
4. METODOLÓGIA	22
4.1. ETAPAS O FASES DEL DISEÑO	23
4.2. METODOLOGIA DE DESARROLLO.....	24
4.2.1 Roles	24
5. DESARROLLO	25
5.1. ARQUITECTURA DEL SISTEMA.....	25
5.2. DISEÑO DEL SISTEMA	27
5.3. Descripción del sistema electrónico	27
5.3.1. Sensor de fuerza.....	28
5.3.2. Acondicionamiento de señales	29
5.3.3. Etapa de comunicación	33
5.3.4. Etapa de potencia y actuador	34

5.4. Desarrollo de la aplicación móvil.....	37
6. CONCLUSIONES	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXOS.....	43

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. Respuesta del sensor de fuerza ante diferentes pesos.....	28
TABLA 2. Caracterización del sistema divisor de voltaje.....	31
TABLA 3. Caracterización del sistema ADC.....	32

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Automatización a través de dispositivos móviles.....	18
FIGURA 2. Arquitectura cliente/Servidor.....	25
FIGURA 3. Arquitectura del sistema.....	25
FIGURA 4. Etapas desarrolladas del sistema.....	27
FIGURA 5. Sensor de fuerza	28
FIGURA 6. Gráfica de resistencia vs peso.....	29
FIGURA 7. Circuito conversor de resistencia a voltaje.....	30
FIGURA 8. Gráfica de voltaje VS respecto al Peso.....	31
FIGURA 9. Gráfica de valores provenientes del ADC respecto al Peso.....	32
FIGURA 10. Módulo bluetooth.....	33
FIGURA 11. Servomotor.....	34
FIGURA 12. Etapa de potencia.....	34
FIGURA 13. Diagrama esquemático del sistema electrónico.....	35
FIGURA 14. Diseño del circuito impreso.....	36
FIGURA 15. Impresión del circuito sobre la placa.....	37

LISTA DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Formato de encuesta.....	44
Anexo 2. Caso de uso.....	48
Anexo 3. Evidencias del montaje del circuito	50
Anexo 4. Caja y tolva.....	51
Anexo 5. Inicialización y manejo de la aplicación.....	53

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVOS GENERAL

Diseñar e implementar una aplicación móvil bajo la plataforma Android y sistema de control mediante Arduino que permite el suministro de alimento en una granja porcina.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar la alimentación adecuada de los porcinos para la implementación del sistema.
- Desarrollar un sistema de control mediante la utilización de Arduino para el funcionamiento de la automatización.
- Determinar los requerimientos de software de acuerdo al diagnóstico efectuado.
- Diseñar una aplicación móvil para el control de las tareas de alimentación mediante el sistema operativo Android.
- Implementar el sistema de automatización para la alimentación de porcinos en una granja por medio de la infraestructura necesaria.

2. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las nuevas tecnologías de la información y la comunicación están generando muchos cambios revolucionarios en todas las actividades del hombre, incluyendo la agricultura. Es tanta su influencia, que abarca desde la investigación en mejoramiento genético hasta el uso de sistemas informáticos de control y gestión de parcelas y fincas, pasando por la agricultura de precisión, la vinculación de la producción a los mercados internacionales en tiempo real, la realidad virtual y el uso de sistemas de inteligencia artificial. Pero su incorporación ha sido más intensa, como era de esperar, en los entornos rurales de los países desarrollados. En este sentido, se considera pertinente iniciar esfuerzos encaminados a promover la incorporación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, en los países no desarrollados y establecer sus impactos e implicaciones sociales y territoriales (Abreun, 2009).

Sin embargo, se ha visto la necesidad de crear sistemas automáticos con el propósito de obtener mejoras en las producciones y conseguir más y mejores beneficios los cuales, han tenido mucho éxito y de alguna u otra manera han logrado hacer más fácil y al mismo tiempo mucho más productiva la vida del hombre. En el sector agropecuario, la automatización brinda muchas posibilidades para alcanzar el máximo rendimiento en la producción moderna ofreciendo al productor mayores herramientas para alcanzar sus objetivos. No obstante, las normativas ambientales en Colombia han llevado a los productores de cualquier tipo de actividad pecuaria en la cual se puedan originar emisiones de sustancias que puedan ser perjudiciales para la salud y el medio ambiente, a tomar todas las medidas necesarias para mitigar esos efectos incluso, los productores porcinos no escapan a esta realidad pues sus procesos generan problemas ambientales que pueden ser controlados siempre y cuando exista la voluntad para hacerlo.

De acuerdo a López (2010), es indudable la enorme influencia del sector porcino y su evolución en la economía mundial, pero también tenemos que ser conscientes de que para el sector ganadero en general y el porcino en particular, la eliminación de los estiércoles, y especialmente los purines (estiércol + orina + agua), son actualmente el principal problema

medioambiental. Tan grande es el problema que por ejemplo en la Unión Europea ya existen leyes que regulan la gestión de los estiércoles y otros residuos agrícolas no peligrosos cuando se utilizan en las explotaciones agrarias.

Las granjas de producción porcina, generan olores que pueden minimizarse, originan muchos residuos sólidos que pueden ser manejados eficientemente y también, generan grandes volúmenes de aguas residuales que poseen un alto contenido de sólidos, los cuales, con la tecnología adecuada, puede llegar a convertirse en una adecuada y beneficiosa solución. También, los estiércoles y purines bien utilizados son el mejor fertilizante órgano – mineral que existe. Por lo tanto, si se usan de forma indebida pueden ser elementos muy contaminantes de suelos y aguas.

Otro aspecto importante, es la correcta distribución de los alimentos en las granjas porcinas, debido a que muchas granjas y fincas se encuentran ubicadas cerca de los ríos y represas muchos desperdicios, desechos y aguas residuales se esparcen en estas aguas, lo que ocasiona una contaminación masiva de las aguas y la degradación de los suelos además, las constantes quejas que generan en los vecinos por el mal manejo que produce olores desagradables y favorece la existencia de plagas como moscas y roedores.

En este sentido, la automatización juega un papel muy importante para realizar el proceso de alimentación de los cerdos más eficiente. En las granjas de animales, la cantidad correcta de alimentos es un factor de vital importancia ya que el alimento es el mayor costo en la producción, los sistemas de alimentación proporcionan alimento de manera eficiente con una cantidad mínima de residuos simplificando enormemente el trabajo del granjero en la alimentación.

Es de ahí que, Pomar & Pomar (2010), plantean que alimentar a cada animal según sus necesidades y su rendimiento de manera automática puede parecer a primera vista inalcanzable o al menos contradictorio con la tendencia actual de aumentar el tamaño de las explotaciones y del hecho que en éstas el animal como individuo pierde relevancia frente al mayor peso del grupo. Sin embargo, los rápidos avances en los campos de las tecnologías de

la información aplicados al desarrollo de sistemas avanzados de ayuda a la toma de decisiones, al control inteligente y a la identificación electrónica de animales, juntamente con los conocimientos alcanzados en el ámbito de la nutrición y metabolismo animal, permiten anunciar significativos avances en este ámbito.

Desde esta perspectiva, este trabajo se basa en la solución para la automatización de un sistema de alimentación en una granja de cerdos, controlando la actividad de distribución de alimentos que se realizan a diario a través de una aplicación para dispositivos móviles con sistema Android (tablets y smartphones). Para ello, el planteamiento del problema describe la situación actual con respecto a la falta de automatización y luego, cada uno de los objetivos que se pretenden conseguir, seguido del marco teórico que plantea los referentes teóricos que dan soporte a esta investigación y el marco metodológico, donde se expone como se cumplirán cada uno de los objetivos propuestos.

2.1. Problemática

Actualmente, las granjas y fincas porcinas requieren de una buena administración del proceso productivo para mantener las condiciones adecuadas de nutrición en los animales y por lo tanto, para llevar un buen control es necesaria la buena distribución de los alimentos. Por consiguiente, para el correcto funcionamiento de las instalaciones porcinas se deben tener en cuenta varios aspectos como: las condiciones ambientales necesarias, la funcionalidad, los costos de mano de obra y supervisión, bienestar y nutrición de los animales, la posibilidad de futuras ampliaciones y el impacto ambiental. También, es imprescindible mantener una correcta distribución de los alimentos que se les suministran a los cerdos, para poder mantener tanto la buena salud del animal como un correcto control sanitario.

El objetivo principal en la producción porcina es: transformar la materia prima en proteína animal de alto valor nutricional para el consumo humano y al menor costo posible. Por lo tanto, una forma de hacer más eficiente este proceso de transformación es a través de una buena distribución de los alimentos a los cerdos en las fincas dando así, un mejor resultado en cuanto a rendimiento y producción de estos. Sin embargo, el desperdicio de agua y alimentos generan impactos ambientales negativos en el entorno creando inconvenientes con

las personas de predios aledaños a la explotación. Esta problemática, es cada vez más frecuente en la industria porcícola debido a que comúnmente se mantienen las mismas prácticas de producción por lo tanto, el problema se incrementa a causa de la contaminación de aguas cercanas, la generación potencial de malos olores y gases tóxicos como el amoníaco, sulfuro de hidrógeno, metano y otros compuestos orgánicos volátiles.

Por lo tanto, estos aspectos afectan directamente en cuestión de salubridad y sumado a ello, se están incumpliendo las normas sobre vertimientos, residuos sólidos y líquidos que contaminan tanto al microambiente (la granja) como al medio ambiente en general.

Las fincas porcinas en el departamento de Córdoba no son ajenas a la situación antes descrita, ya que poseen ineficiencia en lo que corresponde a la producción porque estos procesos se llevan a través de un control manual mediante fichas de datos, el manejo de los animales es por grupos y el cálculo de resultados, se realiza en base a promedios.

Por supuesto, un mal cálculo en la configuración de las raciones de alimentos, provocará que se invierta demasiado alimento en los comederos, y este, sobresalga y caiga al suelo desperdiciándose lo que supone costos excesivos de materia prima y mano de obra. A pesar de contar con buenas instalaciones, muchas fincas y granjas porcinas no cuentan con un sistema de control que permita apoyar las etapas de planificación, alimentación y producción y así mismo, permita mitigar los efectos negativos de la producción.

2.2. Antecedentes

Partiendo de una investigación previa, se contó con varios estudios que guardan relación con la problemática y por lo tanto, están enfocados al mismo fin y se realizara una breve reseña de cada uno.

2.2.1. Contexto Internacional

El estudiante de Ingeniería en Sistemas y Tecnologías de Información de la UDLAP, Daniel Rodolfo Treviño García, está trabajando en un proyecto titulado “Automatización de casas desde un dispositivo móvil con una Raspberry Pi” cuyo objetivo principal es proveer un sistema de control en el hogar desde la facilidad de un dispositivo móvil sin importar el lugar en el que el usuario se encuentre. Se planea utilizar la Raspberry Pi para lograr controlar las

siguientes labores en casa desde algún dispositivo móvil (Pérez, 2014). En Suecia se implementó un sistema de alimentación inteligente que satisface las necesidades de los ganaderos lecheros, mejorando su rendimiento y reduciendo significativamente los costos de alimentación y de inversión. Se trata del primer sistema Optifeeding de DeLaval completo, y se ha instalado en una granja próxima a la ciudad sueca de Månstad, en el sur del país (Johansson, 2011).

2.2.2. Contexto Nacional

En la ciudad de Manizales la empresa C.I. SÚPER DE ALIMENTOS S.A formulo un proyecto tecnológico para responder y apoyar principalmente el proceso comercial en campo de la organización. SieteASP es una solución diseñada para fortalecer la fuerza de ventas de las empresas utilizando dispositivos móviles (celulares o PDA`s).

Actualmente, las granjas y fincas porcinas requieren de una buena administración del proceso productivo para mantener las condiciones adecuadas de nutrición en los animales y por lo tanto, para llevar un buen control es necesaria la buena distribución de los alimentos. Por consiguiente, para el correcto funcionamiento de las instalaciones porcinas se deben tener en cuenta varios aspectos como: las condiciones ambientales necesarias, la funcionalidad, los costos de mano de obra y supervisión, bienestar y nutrición de los animales, la posibilidad de futuras ampliaciones y el impacto ambiental. También, es imprescindible mantener una correcta distribución de los alimentos que se les suministran a los cerdos, para poder mantener tanto la buena salud del animal como un correcto control sanitario.

El objetivo principal en la producción porcina es: transformar la materia prima en proteína animal de alto valor nutricional para el consumo humano y al menor costo posible. Por lo tanto, una forma de hacer más eficiente este proceso de transformación es a través de una buena distribución de los alimentos a los cerdos en las fincas dando así, un mejor resultado en cuanto a rendimiento y producción de estos. Las fincas porcinas en el departamento de Córdoba no son ajenas a la situación antes descrita, ya que poseen ineficiencia en lo que corresponde a la producción porque estos procesos se llevan a través de un control manual mediante fichas de datos, el manejo de los animales es por grupos y el cálculo de resultados, se realiza en base a promedios. Por supuesto, un mal cálculo en la configuración de las

raciones de alimentos, provocará que se invierta demasiado alimento en los comederos, y este, sobresalga y caiga al suelo desperdiciándose lo que supone costos excesivos de materia prima y mano de obra. A pesar de contar con buenas instalaciones, muchas fincas y granjas porcinas no cuentan con un sistema de control que permita apoyar las etapas de planificación, alimentación y producción y así mismo, permita mitigar los efectos negativos de la producción.

2.3. Justificación

La industria porcina es la más antigua en la producción animal, por lo cual se ha sostenido hasta el día de hoy constituyéndose en la principal fuente de proteína de origen animal en el mundo. Por lo tanto, contar con un sistema de automatización que permita administrar de manera eficiente el proceso productivo de la granja, que ayude a reducir los costos y que además, permita tomar mejores decisiones es una excelente alternativa para las granjas porcícolas que tengan la expectativa de mejorar la administración del proceso de producción mediante un sistema ágil y fácil de implementar controlado por una aplicación móvil.

Por lo tanto, el propósito de este trabajo fue crear una herramienta que permita automatizar las granjas porcinas para incrementar y mantener el buen rendimiento del proceso de producción mediante la automatización de la distribución de los alimentos a través de dispositivos móviles, con el objetivo de reducir los costos en mano de obra especializada para el manejo de la granja.

De ahí que, realizar esta automatización trae consigo muchos beneficios para los administradores de fincas y entidades del sector porcícola así como también, a las personas en general, porque contribuirá a tener mejores ventajas competitivas ya que ofrece la posibilidad de controlar la alimentación en la granja de manera remota evitando pérdidas de recursos.

3. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1. Marco teórico

3.1.1. Sistema de alimentación de cerdos

El sistema de alimentación de cerdos, los alimentos para la nutrición de estos deben estar diseñados para brindarles los nutrientes indispensables para cada una de las fases de producción, con la finalidad de lograr los mejores beneficios económicos en la explotación porcina, siguiendo las reglas de sanidad y manejo. Todos los alimentos deben estar elaborados con materias primas seleccionadas, tomando en cuenta que el cerdo es un monogástrico, claro está que este puede digerir mejor la fibra que otros monogástricos (pollos); pero tampoco se debe pretender alimentar con altas cantidades de fibra como si fuera un rumiante, como en ocasiones ocurre; por lo tanto las materias primas deben ser de buena digestibilidad, y que no contengan altas cantidades de materias primas fibrosas, además existen en el mercado enzimas exógenas específicas para una mejor asimilación de materias primas con un considerable porcentaje de carbohidratos no amiláceos. Tomando en cuenta la calidad en base al consumo humano, "alimento sano para carne sana", la utilización de aditivos de biotecnología (Solorzano, 2005).

Sin embargo, de acuerdo a Cántora (2007), Las instalaciones porcinas constituyen uno de los papeles más importantes en el programa de inversiones para la explotación porcina. Pues representan erogaciones absolutamente necesarias que no producen ganancias inmediatas. Por esta razón el capital inmovilizado debe ser el menor posible. Las instalaciones y equipos pueden facilitar en gran medida el manejo del rebaño si han sido proyectadas funcional y racionalmente. Las instalaciones porcinas deben atender determinadas exigencias básicas en cuanto a higiene, orientación, economía, racionalización del trabajo y fácil manejo. Las instalaciones suntuosas, exageradas y complicadas además de ser antieconómicas revelan el escaso conocimiento de quien las proyecta. La virtud está en la simplicidad y el sentido común, economía y estética. Para producir más y eficientemente los cerdos necesitan instalaciones adecuadas, debido a su hábito de alimentación monogástrico-omnívoro, su dificultad para transpirar, su tendencia natural a la tranquilidad, su necesidad de economizar energía y su deficiente aparato termorregulador. A fin de que equipo e instalaciones porcinas

cumplan sus finalidades de facilitar la crianza del cerdo deben cumplir las siguientes condiciones:

- ✓ Higiene
- ✓ Orientación correcta
- ✓ Funcionalidad
- ✓ Bajo costo

Las instalaciones porcinas son higiénicas cuando están bien ventiladas y atienden a los factores climáticos (viento, temperatura, humedad). Además deben permitir una correcta exposición al sol o protección según las circunstancias. En zonas donde el clima es templado-cálido, las instalaciones porcinas deben estar abiertas pues en la mayoría de los casos el problema consiste en superar el calor. El frío constituye un obstáculo solamente durante la primera semana de vida del lechón. Con respecto a la elección del lugar, dentro de las probabilidades, el lugar destinado a los cerdos, debe ser alto, soleado, seco, aireado, con buen declive para permitir el rápido drenaje del agua, suelo permeable y fértil.

Los lugares húmedos, oscuros, fríos, bajos e impermeables son inadecuados e incómodos para la explotación. Como la transpiración del cerdo es nula, el animal busca los lugares húmedos, charcos, bañados, etc. Sin embargo si hay refugios bien ventilados y piquetes empastados con sombra, el cerdo puede prescindir de charcos, bañados y piletas, verdaderos focos de parasitosis y otras enfermedades porcinas. La humedad ambiental es el mayor enemigo del cerdo. Una humedad elevada con baja temperatura predispone al cerdo a las enfermedades de los aparatos respiratorio y digestivo. Si la humedad y la temperatura son elevadas provocan inapetencias y crean condiciones óptimas para los parásitos externos e internos. Las instalaciones porcinas destinadas a cerdos deben asentarse en zonas de buenos caminos, que permitan el acceso permanente al criadero.

Se deben realizar las instalaciones en áreas distantes del tránsito de vehículos y vacunos. Esta última precaución es importante para controlar la brucelosis y la aftosa, enfermedades que ocasionan pérdidas cuantiosas en la explotación actual del cerdo. Independientemente del

sistema de crianza utilizado, el criadero debe poseer una distribución racional que provea una comunicación funcional de sus partes y permita el fácil manejo de los animales y el acceso de vehículos sin dificultad.

En la actualidad las tecnologías móviles están generando cambios y cada día millones de usuarios en todo el mundo utilizan sus teléfonos inteligentes, los rápidos avances en la tecnología y el cambio de las vías de comunicación han cambiado la forma de trabajar. El Internet y la tecnología móvil, las dos fuerzas tecnológicas más dinámicas de la información moderna y la tecnología de las comunicaciones (TIC) están convergiendo en un solo servicio de Internet móvil en todas partes, lo que va a cambiar nuestra forma de hacer negocio y hacer frente a nuestras actividades rutinarias diarias. A medida que el uso de las TIC se expande a nivel mundial, existe la necesidad de nuevas investigaciones sobre los aspectos culturales y las implicaciones de las TIC.

La aceptación de la tecnología de la información (TI) se ha convertido en una parte fundamental del plan de investigación para la mayoría de las organizaciones (Igbaria, 1993). En la investigación de TI, numerosas teorías se utilizan para comprender la adopción de las nuevas tecnologías por parte de los usuarios. Se desarrollaron varios modelos incluyendo el Modelo de Aceptación de Tecnología, Teoría de la Acción Razonada, Teoría del comportamiento planificado, y recientemente, la Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología. Cada uno de estos modelos se ha tratado de identificar los factores que influyen en la intención de un ciudadano o el uso real de la tecnología de información (Alwahaishi, 2013).

La World Wide Web es uno de los mayores depósitos de información en el mundo, y la información se almacena en servidores de Internet y registros, pero hoy en día en el mundo real hay muchas otras fuentes de información como los dispositivos electrónicos con capacidades de comunicación: electrodomésticos inteligentes y las redes de sensores. Los teléfonos inteligentes están equipados con elementos de hardware de comunicación como el módulo Bluetooth, lo que permite que el teléfono inteligente para intercambiar información con los dispositivos electrónicos cercanos. Cada día más y más aplicaciones móviles se están

desarrollando para las plataformas nativas que utilizan el módulo de comunicación de Bluetooth para enviar y recibir información de diferentes fuentes. Aplicaciones móviles nativas utilizan APIs de la plataforma específica para gestionar las acciones de comunicación Bluetooth (enviar y recibir información, la búsqueda de dispositivos, etc.) (Espada *et al.*, 2015).

La telefonía móvil se ha convertido en uno de las herramientas con mayor penetración a nivel mundial, logrando superar en muy corto tiempo, y de manera contundente, a la telefonía fija. Colombia no ha sido la excepción y el número de suscripciones a telefonía móvil celular por cada 100 habitantes ha pasado de 5,7 a 92,3 entre el año 2000 y el 2009 (WDI). En Colombia las TICs, especialmente la telefonía celular, han logrado llegar a zonas rurales distantes y brindar conectividad. La telefonía móvil es, para muchos, el punto de entrada a la internet y a las comunicaciones digitales. No obstante, la discusión de la “brecha digital” que se daba hace una década a nivel mundial, no se ha materializado en acceso. El reto es entonces la profundización del uso en aplicaciones de alto valor agregado, que requiere tanto ampliar las capacidades de la red móvil como aprovechar la existencia de la red fija (Benavides *et al.*, 2011).

3.1.2. Sistema Android

En los últimos años los teléfonos móviles han experimentado una gran evolución, desde los primeros terminales, grandes y pesados, pensados sólo para hablar por teléfono en cualquier parte, a los últimos modelos, con los que el término “medio de comunicación” se queda bastante pequeño.

Es así como nace Android. Android es un sistema operativo y una plataforma software, basado en Linux para teléfonos móviles. Además, también usan este sistema operativo (aunque no es muy habitual), tablets, netbooks, reproductores de música e incluso PC's. Android permite programar en un entorno de trabajo (framework) de Java, aplicaciones sobre una máquina virtual Dalvik (una variación de la máquina de Java con compilación en tiempo de ejecución). Además, lo que le diferencia de otros sistemas operativos, es que cualquier persona que sepa programar puede crear nuevas aplicaciones, widgets, o incluso, modificar

el propio sistema operativo, dado que Android es de código libre, por lo que sabiendo programar en lenguaje Java, va a ser muy fácil comenzar a programar en esta plataforma.

Fue desarrollado por Android Inc., empresa que en 2005 fue comprada por Google, aunque no fue hasta 2008 cuando se popularizó, gracias a la unión al proyecto de Open Handset Alliance, un consorcio formado por 48 empresas de desarrollo hardware, software y telecomunicaciones, que decidieron promocionar el software libre. Pero ha sido Google quien ha publicado la mayor parte del código fuente del sistema operativo, gracias al software Apache, que es una fundación que da soporte a proyectos software de código abierto. Dado que Android está basado en el núcleo de Linux, tiene acceso a sus recursos, pudiendo gestionarlo, gracias a que se encuentra en una capa por encima del Kernel, accediendo así a recursos como los controladores de pantalla, cámara, memoria flash (Báez, 2012).

3.1.2.1. Características

Este sistema operativo se torna realmente atractivo por diversas características, entre ellas se encuentran:

- Plataforma totalmente libre basado en Linux que permite desarrollar aplicaciones y/o modificar las ya existentes con lenguaje de Java.
- Es multitasking permitiendo mantener distintas aplicaciones corriendo al mismo tiempo.
- Compatible con una gran variedad de hardware en el mercado (tablets y dispositivos celulares de marcas como: Motorola, Samsung, ZTE, Huawei por nombrar algunas) permitiendo al usuario elegir el dispositivo que mejor se ajuste a sus necesidades.
- Posee un portal llamado Android Market donde se tiene acceso a muchas aplicaciones que pueden ser utilizadas.
- Permite realizar actualizaciones del sistema operativo en línea siempre y cuando el dispositivo soporte los requerimientos del mismo.
- Puede operar soluciones tecnológicas referentes al uso de redes sociales, mensajería instantánea, correo electrónico, modificación y lectura de procesadores de palabras, hojas de cálculo, presentaciones, lecturas de formatos pdf entre otros.

- Se puede conseguir mucha información a través de documentos web o libros.
- Como característica importante, cuenta con el gran apoyo y la capacidad tecnológica proporcionada por su principal socio “Google”.

3.1.3 Aplicaciones para automatización con dispositivos móviles.

La automatización industrial permite mejorar la eficiencia en la producción, al ser posible obtener información sobre el funcionamiento de las maquinarias, tener un control sobre ellas y, en algunos casos permite obtener posibles soluciones ante problemas o mal funcionamientos de los equipos. Esto permite una reducción en los costos, mejorando las ganancias. En la actualidad, existen varias aplicaciones que permiten utilizar diversos dispositivos móviles, como tablets, teléfonos inteligentes, el iPhone o el iPad, para tener un mayor control de los procesos que se dan en una fábrica, con el único requisito de tener disponible una conexión a internet (MaquiClick, 2013).



Figura 1. Automatización a través de dispositivos móviles

A través de estas aplicaciones y dispositivos móviles, es posible tener una mejor comunicación industrial, en tiempo real, con todo el personal de la fábrica, haciendo más efectiva y rápida la respuesta ante posibles problemas en la producción. Un ejemplo de estas

aplicaciones es la llamada Sweet William, que se puede utilizar en dispositivos de Apple, esta es una solución que incorpora el uso de las soluciones HMI. Por su parte, SCADA también ha creado aplicaciones, como complemento a su software, para ser utilizadas en equipos móviles.

3.1.4. IDE de Desarrollo Eclipse

Es un programa informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación de código abierto multiplataforma para desarrollar lo que el proyecto llama "Aplicaciones de Cliente Enriquecido", opuesto a las aplicaciones "Cliente-liviano" basadas en navegadores. Esta plataforma, típicamente ha sido usada para desarrollar entornos de desarrollo integrados (del inglés IDE), como el IDE de Java llamado Java Development Toolkit (JDT) y el compilador (ECJ) que se entrega como parte de Eclipse (y que son usados también para desarrollar el mismo Eclipse). Sin embargo, también se puede usar para otros tipos de aplicaciones cliente, como BitTorrent o Azureus.

3.2. MARCO CONCEPTUAL

Accesibilidad: posibilidad de acceso a los contenidos por cualquier persona independientemente de sus capacidades físicas. A nivel visual está determinada, entre otras cosas, por el tamaño de los textos y botones y por el contraste que estos elementos tienen con el fondo. Una app accesible también hace referencia a una correcta programación del código que permite, por ejemplo, que los contenidos puedan ser interpretados por accesorios para ciegos.

Android: este sistema operativo, está basado en el núcleo Linux diseñado originalmente para dispositivos móviles, tales como teléfonos inteligentes (Smartphones), pero que posteriormente se expandió su desarrollo para soportar otros dispositivos tales como tablet, reproductores MP3, netbook, etc.

Smartphone: Un Smartphone es un dispositivo electrónico que permite a su usuario llevar consigo un objeto de dimensiones pequeñas, que cumpla funciones similares a las de un computador personal y cuya evolución no se limita a la transferencia de voz sino también a cierta cantidad de funciones que han atraído la atención de los usuarios como por ejemplo: navegar por internet, reproducir datos multimedia, realizar transacciones bancarias, orientarnos vía GPS, descargar juegos, conectarnos a las redes sociales, etc.

APK: básicamente es la abreviación de Android Application Package File en inglés, es un archivo comprimido que contiene los archivos de una aplicación que puede ser instalada en un dispositivo con Android. En pocas palabras, es el archivo de instalación de una aplicación en Android.

Multitasking (Multitarea): es la característica de los sistemas operativos modernos de permitir que varios procesos se ejecuten —al parecer— al mismo tiempo compartiendo uno o más procesadores.

Framework: esta palabra, se refiere al término con el que se define a un amplio conjunto de elementos que permite desarrollar y organizar software utilizando un determinado lenguaje, sistema o tecnología. Habitualmente incluye bibliotecas, programas de desarrollo o manuales.

Bluetooth: es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,4 GHz.

Móvil: también llamado (teléfono) celular en algunos países de América Latina, es un artefacto electrónico de tamaño variable donde funcionan las aplicaciones y estamos casi seguros de que tienes uno en tu mano o bolsillo ahora mismo.

SDK, Software Development Kit o Kit de Desarrollo de Software: es un conjunto de herramientas de desarrollo que permite al programador crear aplicaciones para un sistema, en este caso Android.

Widget: suelen incluirse frecuentemente cuando se programa para Android. Es un componente gráfico utilizado en interfaces de usuario, con el cual el usuario puede interactuar, como por ejemplo cajas de texto, botones, ventanas, etc.

4. METODOLÓGIA

En cuanto a la línea de investigación relacionada con el Programa de ingeniería de sistemas se utilizó la Ingeniería de Software y en esta particularmente la automatización de procesos mediante la implementación de las tecnologías de la información y la comunicación.

La metodología o línea investigativa del proyecto se realiza de forma descriptiva y tecnológica aplicada; a nivel descriptivo se estudiaron las técnicas que permiten adquirir la información necesaria para el desarrollo del proyecto, como lo es la observación de tareas relacionadas con la investigación, el acercamiento a las granjas autosostenibles o integrales. Técnicamente el desarrollo de la investigación tecnológica aplicada corresponde al diseño, arquitectura y pruebas del sistema el cual es el encargado de automatizar tareas en la granja.

4.1. ETAPAS O FASES DEL DISEÑO

FASE	DESCRIPCION	ACTIVIDADES
LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	En esta primera fase, se tomó información de la población objeto de estudio para determinar la necesidad de la automatización de las granjas porcinas.	<ul style="list-style-type: none"> - Se realizó una encuesta (ver Anexo 1) de 5 preguntas cerradas. - Revisión de artículos en revistas científicas. - Entrevistas personales con dueños de fincas porcinas. - Consulta de información en sitios web.
DOCUMENTACIÓN	Se definieron los requerimientos del sistema (funcionalidades) así como su estructura, herramientas y los elementos necesarios para la construcción de los sistemas.	<ul style="list-style-type: none"> - Se realizaron los requerimientos del sistema. - Detallamos los casos de uso del sistema. - Documentamos los procedimientos necesarios para la realización producto.
EXPERIMENTAL DE MECÁNICA	Se analizaron las entradas y salidas eléctricas, mecánicas o lógicas de la finca porcina para las respectivas pruebas mecánicas.	<ul style="list-style-type: none"> - Identificamos los diferentes materiales a utilizar en el desarrollo del circuito. - Identificamos los sensores y actuadores para el funcionamiento del mismo. - Se diseñaron e implementamos los circuitos correspondientes para el funcionamiento del sistema. (Ver Anexos).
DISEÑO Y DESARROLLO DE LA APLICACIÓN	Se realizó el diseño de las interfaces de la aplicación teniendo en cuenta los requerimientos y parámetros obtenidos en la segunda fase.	<ul style="list-style-type: none"> - Diseñamos el entorno grafico de la aplicación teniendo en cuenta los requerimientos. - Se desarrolló la aplicación correspondiente para el sistema de control bajo la plataforma Android mediante el IDE de desarrollo ECLIPSE.
PRUEBA	Se realizaron las pruebas a la aplicación para verificar su correcto funcionamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Teniendo en cuenta los parámetros suministrados por la aplicación ALIPIG se obtuvo el control de la alimentación de los cerdos.

4.2. METODOLOGIA DE DESARROLLO

La aplicación se desarrolló bajo la metodología de desarrollo Extreme Programming (XP), ya que es una metodología ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo. XP se basa en realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios. XP se define como especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico.

Consta de doce prácticas: el juego de planificación, pequeñas emisiones, la metáfora, el diseño sencillo, las pruebas, la refactorización, la programación en parejas, la propiedad colectiva, integración continua, semana 40-h, los clientes en el lugar, y los estándares de codificación (Amaya, 2013).

4.2.1 Roles

Programador: Escribe las pruebas unitarias y produce el código del sistema.

Cliente: Escribe las historias de usuario y las pruebas funcionales para validar su implementación. Asigna la prioridad a las historias de usuario y decide cuáles se implementan en cada iteración centrándose en aportar el mayor valor de negocio.

Tester: Ayuda al cliente a escribir las pruebas funcionales. Ejecuta pruebas regularmente, difunde los resultados en el equipo y es responsable de las herramientas de soporte para pruebas.

Tracker: Es el encargado de seguimiento. Proporciona realimentación al equipo. Debe verificar el grado de acierto entre las estimaciones realizadas y el tiempo real dedicado, comunicando los resultados para mejorar futuras estimaciones.

Entrenador (coach): Responsable del proceso global. Guía a los miembros del equipo para seguir el proceso correctamente.

Consultor: Es un miembro externo del equipo con un conocimiento específico en algún tema necesario para el proyecto. Ayuda al equipo a resolver un problema específico.

Gestor (Big boss): Es el dueño de la tienda y el vínculo entre clientes y programadores. Su labor esencial es la coordinación (Canós *et al.*, 2013).

5. DESARROLLO

5.1. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

El sistema está basado en la arquitectura Cliente/Servidor que ha sido el modelo de desarrollo que se ha utilizado con éxito en las denominadas “aplicaciones web” (web applications), y ha sido retomado con algunas adaptaciones en los ambientes móviles inalámbricos.

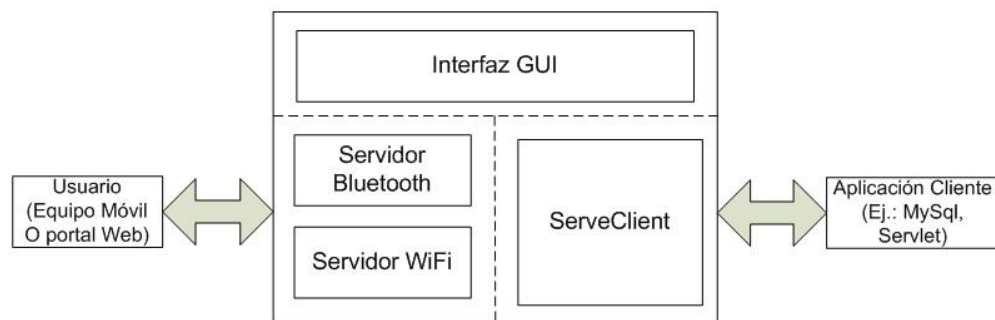


Figura 2. Arquitectura Cliente/Servidor.

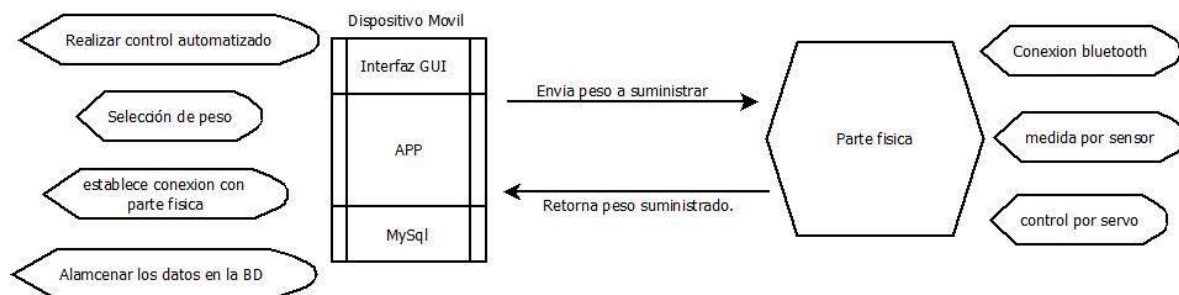


Figura 3. Arquitectura del sistema.

En la arquitectura del sistema contamos con una serie de operaciones para realizar cada uno de los procedimientos los cuales hacen que se cumplan cada una de las funciones necesarias para el control de la automatización, implementando la tecnología Android en el desarrollo de la aplicación móvil por medio de IDE de desarrollos, en este caso eclipse.

En cuanto a la parte de aplicación como se muestra en la figura 3 detallamos cada uno de los ítems a continuación:

Realizar Control automatizado: La app se encarga de realizar todo el proceso de automatización conectándose con la parte física por medio de la interfaz gráfica.

Selección de peso: El usuario utilizando la interfaz GUI selecciona el peso que desea suministrar a los porcinos.

Establecer conexión con parte física: La app por medio de la conexión bluetooth realiza la comunicación adecuada para el funcionamiento del sistema.

Almacenar los datos en la BD: Una vez suministrado el peso esta información será almacenada en la BD respectiva de la app.

Por otra parte contamos con la parte física de la arquitectura del sistema en la cual se detallan los siguientes parámetros:

Conexión Bluetooth: se realiza la comunicación vía bluetooth de forma serial con la aplicación para el control de la compuerta del sistema.

Medida por el sensor: Se hace la correspondiente lectura del peso que cae en él, para tener un control exacto de la automatización.

Control por servo: Abre y cierra la compuerta para el paso y bloqueo del alimento.

5.2. DISEÑO DEL SISTEMA

En el diseño del sistema implementamos una serie de procesos, los cuales se estructuraron y acoplaron dándonos como resultado el objetivo propuesto. En la figura 4 vemos cada una de las etapas que desarrollamos para llegar al diseño del sistema.

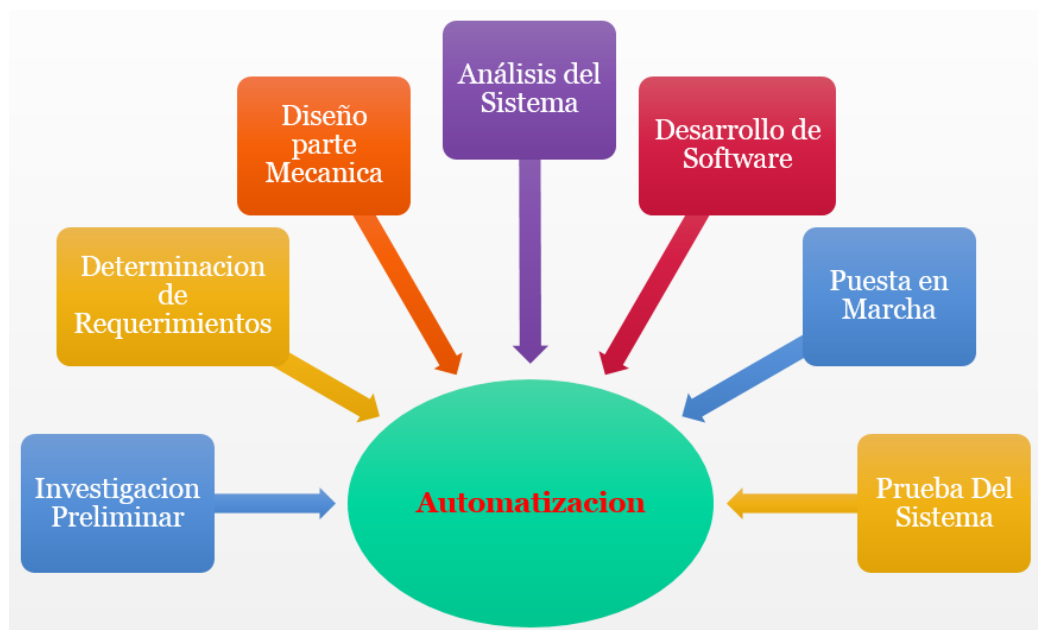


Figura 4. Etapas desarrolladas del sistema.

Determinamos los casos de uso de las actividades que deberán realizarse para llevar a cabo cada uno de los procesos dentro del sistema, realizando los diagramas de secuencia que muestran la interacción de un conjunto de objetos en la aplicación y estableciendo el diagrama de actividades para el flujo de trabajo a través de una serie de acciones (Anexo B).

5.3. Descripción del sistema electrónico

El sistema consta de una etapa de registro de fuerza, una etapa de acondicionamiento de señales, una etapa de comunicación, una etapa de potencia y finalmente un actuador. A continuación se detalla la elaboración y experimentación de cada bloque:

5.3.1. Sensor de fuerza

Una de las partes más importantes del sistema es la adquisición de señales de peso, ya que las decisiones del sistema son basadas en los datos generados por esta etapa. Para leer peso se usó un sensor resistivo cuadrado (EN-FUERZA-CUAD), el cual se muestra en la figura 5.

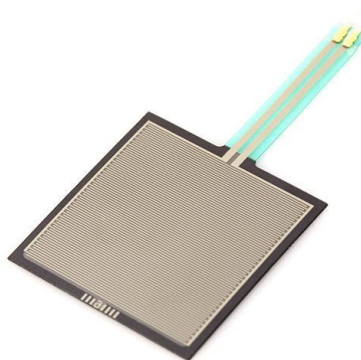


Figura 5. Sensor de fuerza resistivo cuadrado.

El sensor mostrado en la figura 1, cuenta con dos pines donde se forma una resistencia que varía según el peso, por lo que el primer paso a realizar fue caracterizar su respuesta ante diferentes entradas, en la tabla 1 se muestran los valores resistivos presentes en el sensor en relación al peso.

Tabla 1. Respuesta del sensor de fuerza ante diferentes pesos.

Peso (Libras)	Resistencia (Ω)
1	1,66
2	0,96
3	0,73
4	0,63
5	0,56

Se puede notar según la tabla 1 una respuesta inversa al peso; cuando no hay peso la resistencia es alta, o lo que se puede estimar infinita, mientras que a medida que aumenta el peso los valores de resistencia empiezan a bajar. En la figura 6, se muestra una gráfica de resistencia en función del peso construida a partir de los datos de la tabla 1.

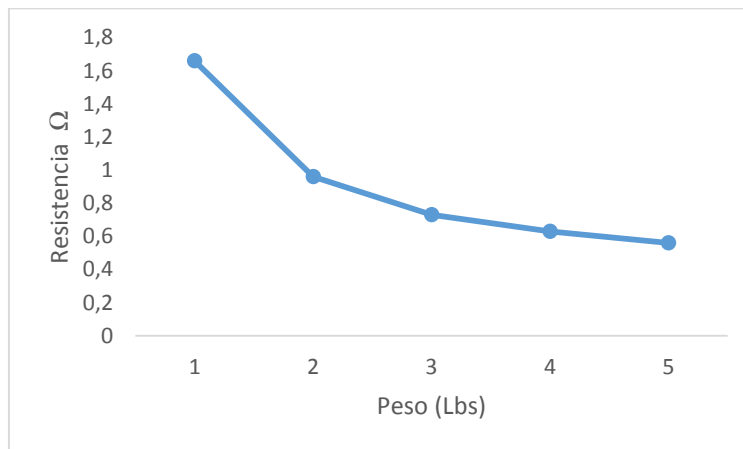


Figura 6. Resistencia Vs peso.

5.3.2. Acondicionamiento de señales

Teniendo en cuenta la respuesta del sensor, el sistema debe ser capaz de inferir el peso de acuerdo al valor de la resistencia, por lo que la labor de Arduino sería la lectura de estos valores y la toma de decisiones. Sin embargo, Arduino al igual que el resto de microcontroladores solo puede leer señales de voltaje que varíen entre 0V y 5V, por lo que se hizo necesario el diseño de esta etapa. La conversión de valores resistivos a valores de voltaje en el rango permitido por Arduino se basó en el circuito mostrado en la figura 7.

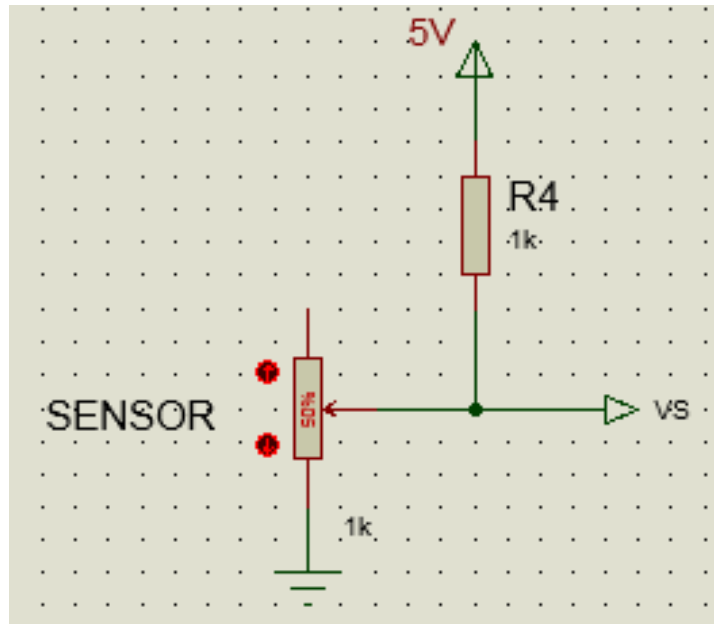


Figura 7. Circuito conversor de resistencia a voltaje.

El circuito mostrado en la figura 7 es un divisor de voltaje, este se encarga de variar el voltaje en el punto “VS” con respecto a la resistencia presente en el sensor según la ecuación 1.

$$VS = 5V \frac{R_{Sensor}}{R_{Sensor} + R4}$$

Ecuación 1. Divisor de voltaje.

Basado en la ecuación 1 cuando la resistencia del sensor es mucho más grande que R4, el valor de VS es aproximadamente 5V, en el otro caso, cuando la resistencia del sensor es mucho más pequeña, el voltaje de VS tiende a cero.

De lo anterior, se realizó nuevamente un experimento que muestra la caracterización de la respuesta del sistema con el divisor de voltaje, ver tabla 2.

Tabla 2. Caracterización del sistema divisor de voltaje.

Peso (Kg)	Voltaje en VS (V)
0	4,9
1	2,90
2	2,17
3	1,93
4	1,69
5	1,52

Con los mismos datos de la tabla 2 se graficó la respuesta del sistema que se muestra en la figura 6.

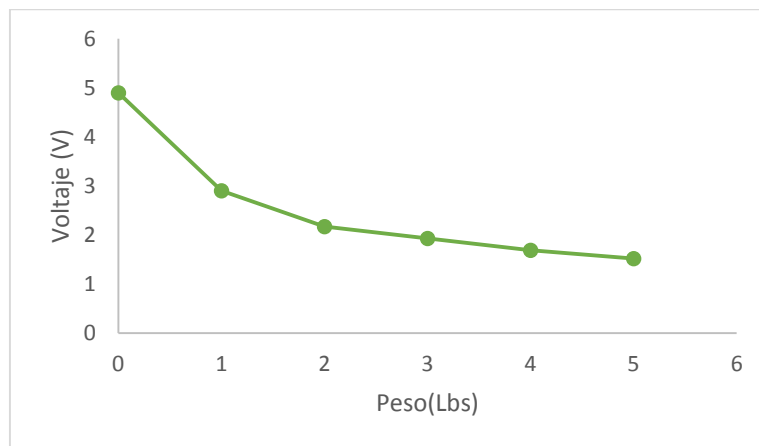


Figura 8. Voltaje Vs Peso.

Se puede notar tanto en la tabla 2 como en la figura 6 que la respuesta mantiene la misma característica inversa del sensor de peso, lo que garantiza que el divisor de voltaje propuesto ofrece información correcta respecto al peso.

Finalmente se usó el conversor Análogo – Digital ADC de Arduino, responsable de generar números enteros proporcionales a los datos análogos de entrada, donde se conecta el voltaje VS. A continuación, en la tabla 3 y la figura 7 se muestra la caracterización del conversor Análogo Digital de Arduino en relación al peso.

Tabla 3. Caracterización del sistema ADC

Peso (Kg)	Entero
0	255
1	164
2	124
3	104
4	92
5	79

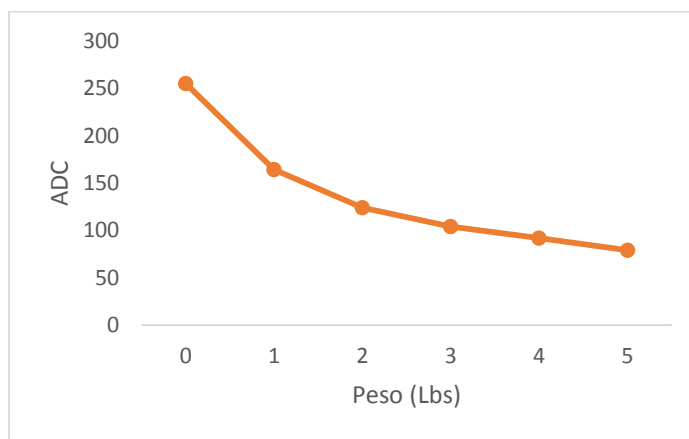


Figura 9. Valores provenientes del ADC Vs Peso.

Puede notarse según la tabla 3 y la figura 7 que el ADC responde de manera similar al sistema resistivo inicial, lo cual indica que el sistema completo ofrece información válida de los cambios de fuerza del sensor.

5.3.3. Etapa de comunicación

El objetivo de esta etapa es darle conectividad al sistema con un dispositivo móvil a través del bluetooth. Para esto se usó un módulo HC-06, ver figura 10.

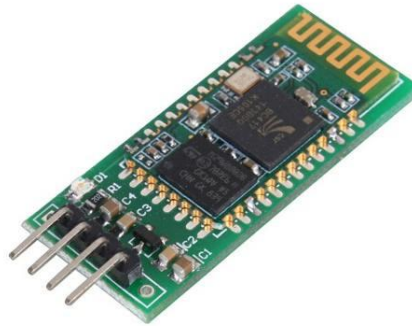


Figura 10. Módulo bluetooth.

El módulo mostrado en la figura 10 permite la comunicación de la información vía bluetooth de forma serial a una velocidad de hasta 38400 bps (bits por segundos), contiene cuatro terminales; dos de alimentación (Vcc, GND) y dos de comunicación (Rx, Tx). Este componente tiene una dirección ya establecida y una clave que por defecto es “1234”. Una vez es conectado a una fuente de alimentación, un led indicador empieza a parpadear hasta que un dispositivo bluetooth establezca comunicación, en ese momento el led queda en estado “ON” y el dispositivo en espera de información para transmitir.

Para este prototipo, se usaron dos pines de Arduino para la comunicación serial, de acuerdo a los datos transmitidos y recibidos el sistema realiza funciones de control sobre un elemento de salida que finalmente es el que permite el paso del alimento.

5.3.4. Etapa de potencia y actuador

El actuador, es el elemento responsable de abrir y cerrar la compuerta del sistema, para esta labor se usó un servomotor que varía su ángulo de acuerdo a los mandos de la etapa anterior, ver figura 11.



Figura 11. Servomotor

Sabiendo que este elemento por sus características eléctricas consume más potencia de la que Arduino puede ofrecer, fue necesario el desarrollo de una etapa de potencia, encargada de recibir la orden emitida por el bloque de control y hacerle llegar dicha orden al servomotor con la potencia indicada. Se diseñó el circuito mostrado en la figura 12 para cumplir esta labor.

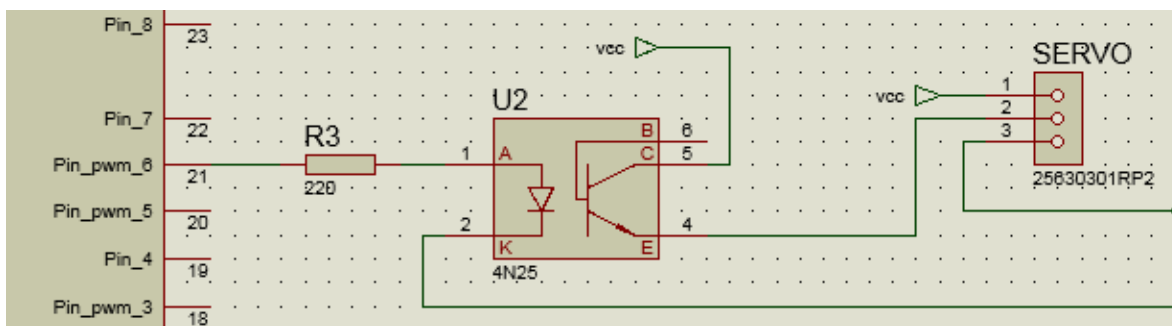


Figura 12. Etapa de potencia.

El elemento central del circuito de la figura 12 es el componente 4N25; se trata de un optoacoplador conformado internamente por un led y un transistor sensible a la luz, de tal forma que el led emite luz de acuerdo al valor digital presente en el pin 1 en contacto con un pin de salida de Arduino.

Por otro lado, el transistor funciona como un interruptor entre los pines 4 y 5 de acuerdo a la emisión de luz recibida, al ser un elemento fotosensible. De acuerdo a lo anterior, el Arduino solo se encarga de proveer potencia para que el led interno del optoacoplador emita luz, mientras que el transistor se encarga de interrumpir o dejar fluir hacia el servomotor la potencia de una fuente externa conectada en el pin 5 del componente, así se logró el buen funcionamiento del servomotor sin necesidad de forzar la etapa de control. En la figura 13 se muestra el diagrama completo del sistema.

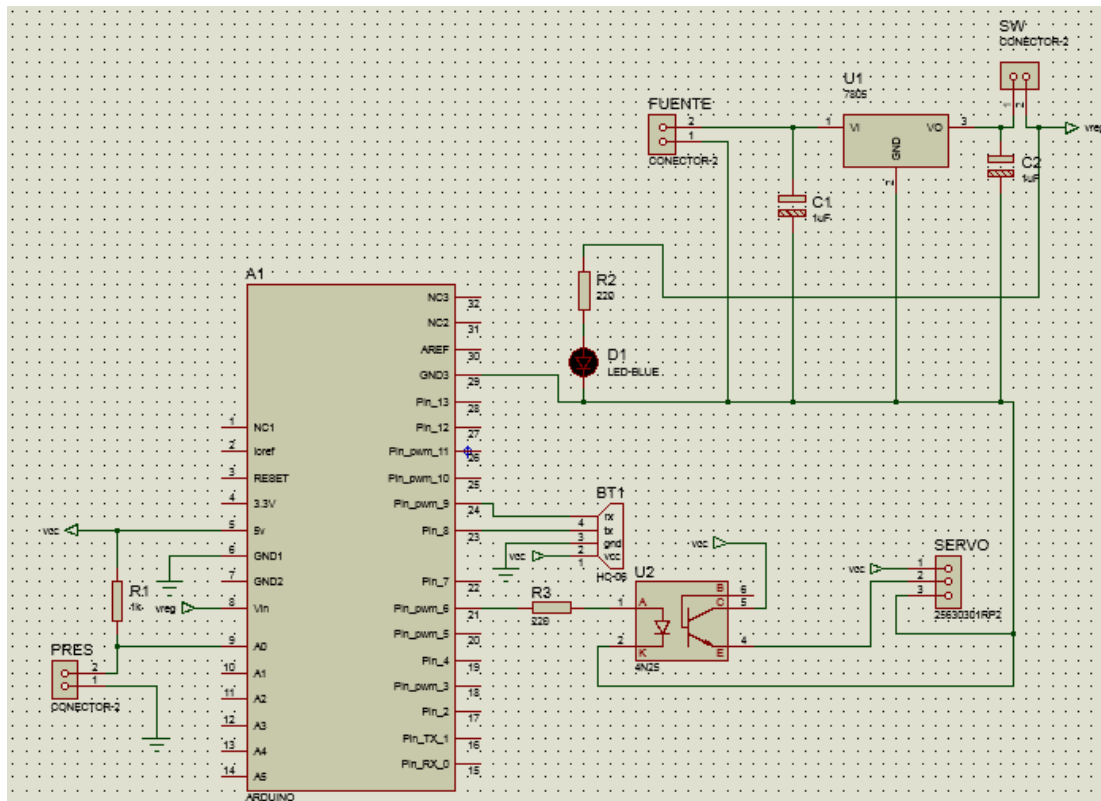


Figura 13. Diagrama esquemático del sistema electrónico.

En la figura 9, se encuentran todas las etapas del sistema integradas, aquí se pueden ver los pines utilizados por el Arduino para cada función, por ejemplo el pin A0 usado para adquirir el voltaje proveniente del divisor, los pines 8 y 9 para la comunicación con el módulo bluetooth y el pin 6 para emitir la señal de control para el servomotor.

Adicionalmente a las etapas mencionadas anteriormente, también se puede ver una etapa de alimentación, conformada por un conector de fuente de 12VDC, un regulador de voltaje

“7805” junto a dos condensadores “C1” y “C2” responsables de transformar los 12V a 5V para alimentar el resto del circuito y un interruptor general “SW”.

Una vez probado el sistema, el último paso fue la elaboración de un circuito impreso, en la figura 14 se muestra el diseño.

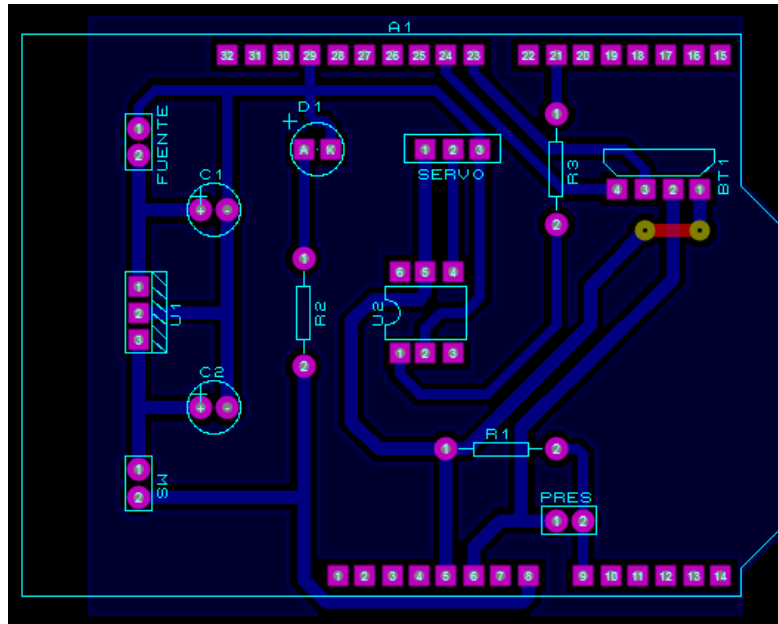


Figura 14. Diseño del circuito impreso.

Para desarrollar el circuito mostrado en la figura 14 se utilizó la técnica de bañado en ácido de una placa formada por dos materiales uno conductor y el otro aislante (cobre y fibra de vidrio), para esto primero se imprimió el diseño sobre un papel termotransferible, como se puede ver en la figura 15, la intención es transferir las pistas a través del calor a la placa en la cara conductora.

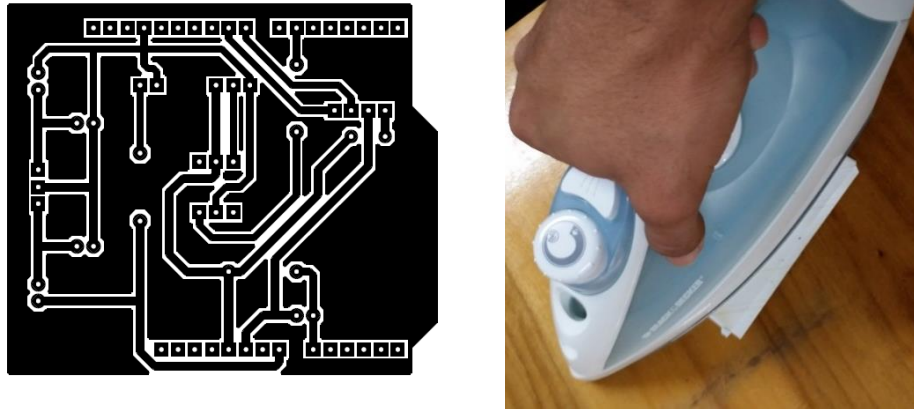
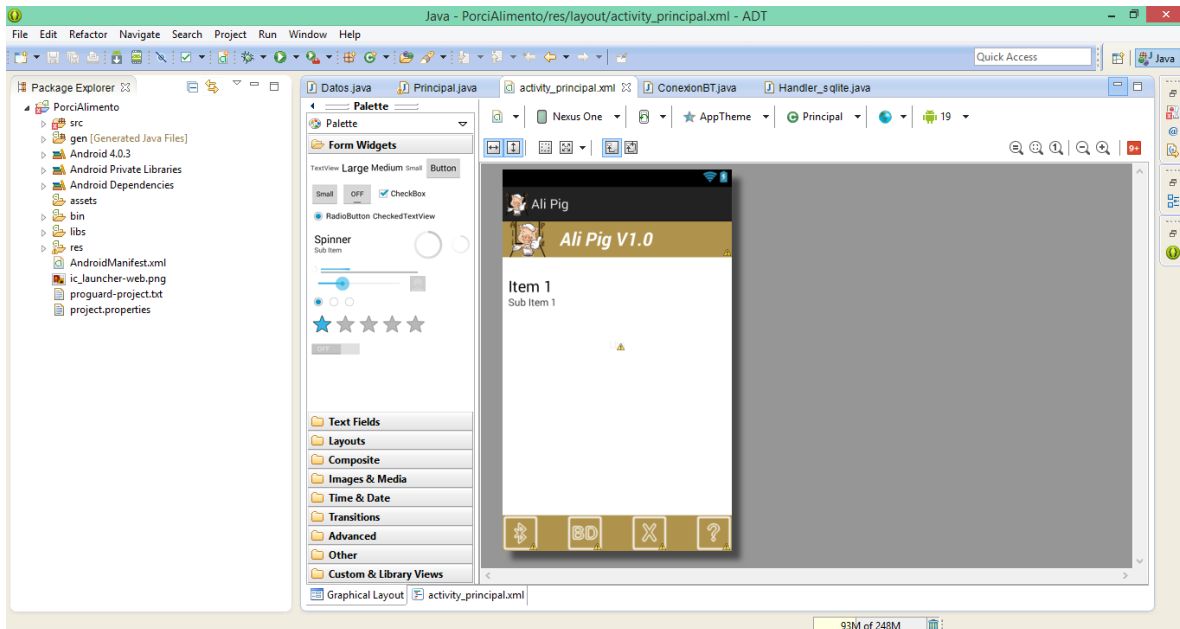


Figura 15. Impresión del circuito sobre la placa.

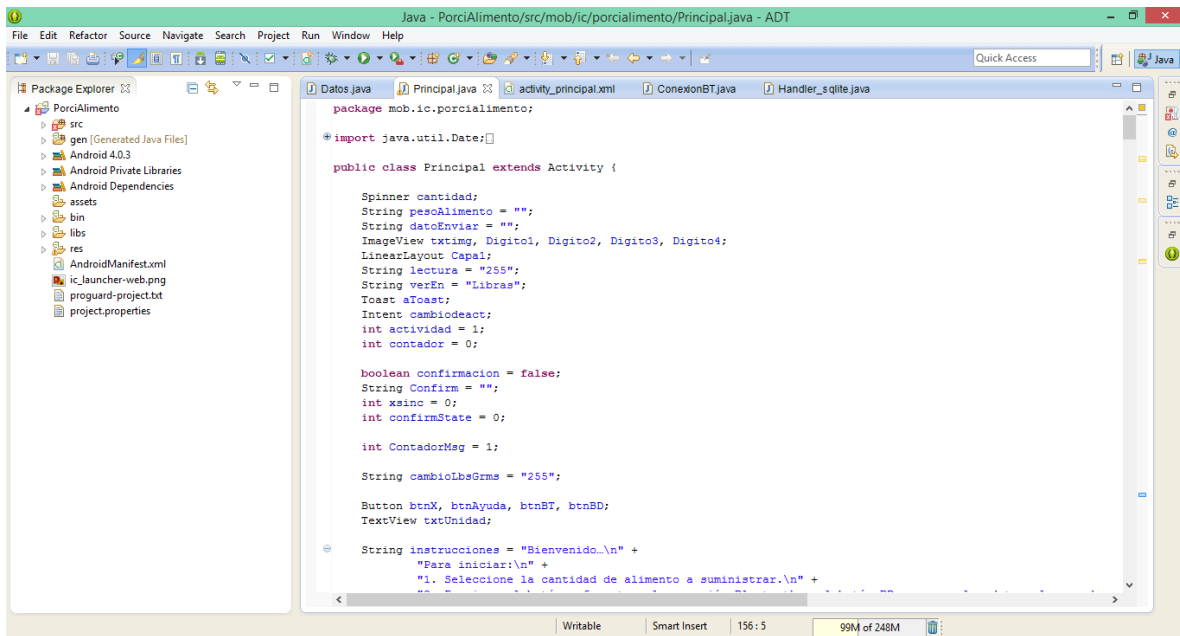
5.4. Desarrollo de la aplicación móvil

La aplicación se desarrolló mediante el ambiente de desarrollo integrado (IDE) eclipse, en el cual iniciamos por el diseño de la parte grafica como vemos a continuación.

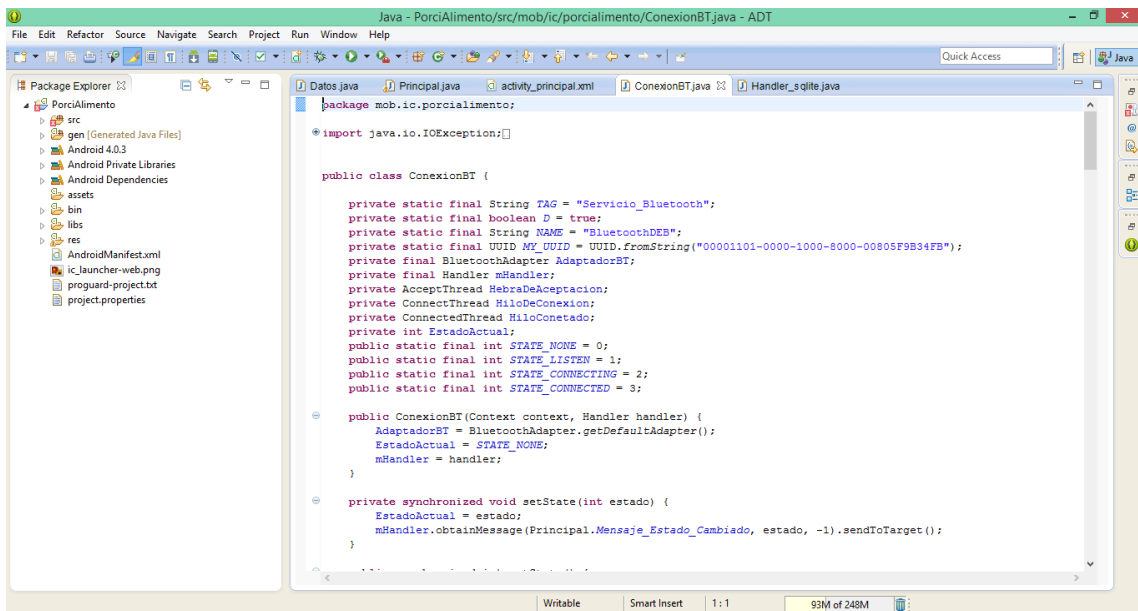


Posteriormente se programaron las clases necesarias para obtener el funcionamiento correcto de la aplicación las cuales mostramos a continuación:

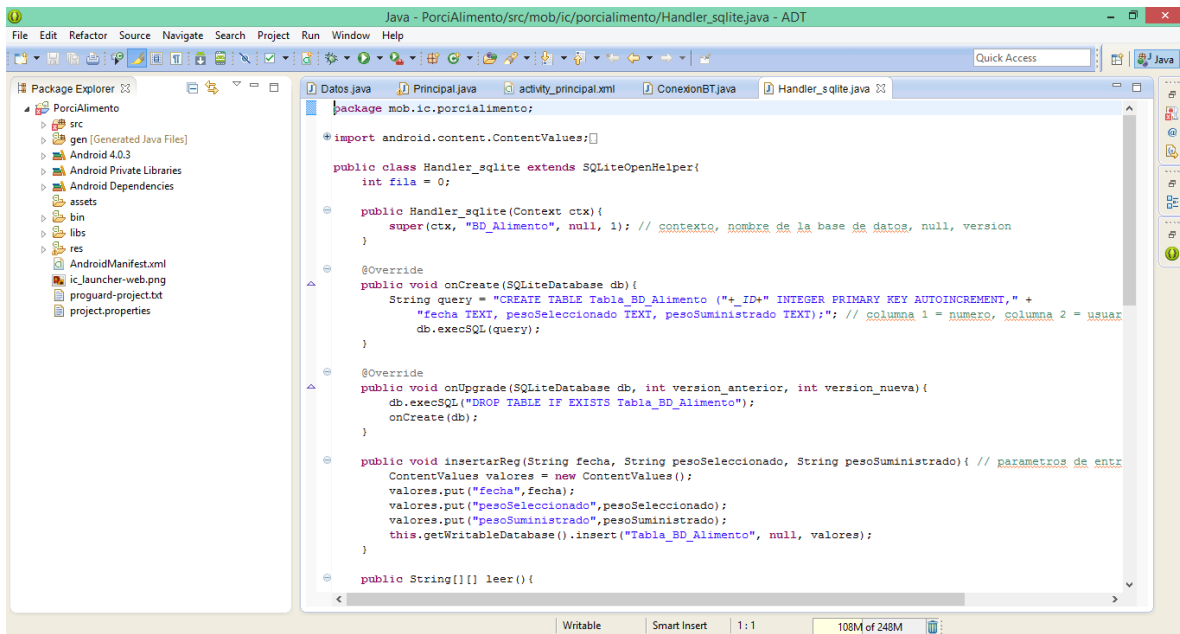
Clase principal en la cual se programaron los eventos necesarios de los botones entre otros



En la clase de conexión bluetooth se programó la conexión vía bluetooth de forma serial



Clase de conexión de base de datos donde creamos la base de datos de la aplicación



Y todas las demás clases para la correcta compilación de la aplicación.

6. CONCLUSIONES

Con el desarrollo del sistema de alimentación se logró obtener un mayor conocimiento sobre el sistema operativo Android, en lo que corresponde a su arquitectura, sus componentes y características así como también, su funcionamiento y todas las ventajas que ofrece.

En las fincas porcinas con ayuda de este sistema de alimentación junto con la aplicación móvil se pudieron controlar las actividades de suministro de alimento a los cerdos evitando así el desperdicio de tiempo y el aumento de los costos de producción.

Durante el proceso de diseño y estructuración de la parte física tuvimos una serie de inconvenientes en la sección de suministrar el alimento a los porcinos ya que primero decidimos utilizar una válvula solenoide de $\frac{3}{4}$ de pulgada, esta debido a su sistema interno no era lo necesario para hacer el funcionamiento correspondiente a nuestro sistema, luego de esta tomamos la decisión de adquirir un servomotor MG995 de rotación continua, el cual por su sistema de rotación continua no era preciso para detenerse en el ángulo requerido, lo que nos llevó a una investigación profunda en servomotores la cual nos arrojó como resultado utilizar el servomotor MG996R con un ángulo de rotación de 180° y mayor precisión al detenerse.

Con el trabajo realizado pudimos darnos cuenta de las ventajas que tienen los porcicultores al implementar este dispositivo y la aplicación en sus negocios ya que este les brinda un ahorro en alimento dándole la cantidad de comida exacta a los cerdos, eso en lo personal hablando de negocios pequeños y ahora hablando de manera industrial o en grandes empresas les brinda ahorro en mano de obra y tiempo para el manejo de forma eficaz en la alimentación teniendo así un incremento de ingresos en ganancias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreun, J. 2009. La formación informática en el ingeniero agrónomo. Recuperado de <http://julioabreun.blogspot.com/2009/10/importancia-de-la-informatica-en-la.html>.

Alises, J.; Luchena, V. & Ruiz, J. 2005. Granjas de cerdos y purines. Recuperado de <http://www.ecologistasenaccion.org/article17382.html>

Alwahaishi, S. & Snásel, V. 2013. Acceptance and Use of Information and Communications Technology: A UTAUT and Flow Based Theoretical Model. *Journal of technology management & innovation*, 8(2), 61-73.

Amaya, Y. 2013. Metodologías ágiles en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles. Estado actual. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Págs. 111-124.

Báez, M. & Borrego, A. 2012. Introducción a Android. Ed. E.M.E. Madrid

Benavides, J.; Castro, F.; Devis, L. & Olivera, M. 2011. Impacto de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el desarrollo y la competitividad del país.

Canós, J.; Letelier, P. & Penadés, M. 2003. Metodologías Ágiles en el desarrollo de Software. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

Castro, P.; Águila, M.; Quevedo, N.; kleisinger, S.; Tijerina, I. & Mejía, E. 2008. Sistema de riego automatizado en tiempo real con balance hídrico, medición de humedad del suelo y lisímetro. *Agricultura técnica en México*; 34(4):459-470.

Cíntora, I. 2007. Instalaciones para un criadero de cerdos dedicado a la explotación semi-intensiva.

Espada, J.; Díaz, V.; Crespo, R.; Martínez, O.; Bustelo, B. & Lovelle, J. 2015. Using extended web technologies to develop bluetooth multi-platform mobile applications for interact with smart things. *Information Fusion*, 21(0), 30-41.

Igbaria, M. 1993. User Acceptance Of Microcomputer Technology: An Empirical Test. *Omega int. J. Of mgmt sci.* 21(1): 73-90.

Johansson, P. 2011. sistema de alimentación inteligente que satisface las necesidades de los ganaderos lecheros. Recuperado de: <http://www.delaval.es/Acerca-de-DeLaval/Noticias-DeLaval/?nid=18135>.

López, M. 2010. Recomendaciones prácticas para reducir el impacto ambiental en granjas porcinas. Recuperado de: <http://www.engormix.com/MA-porcicultura/manejo/articulos/recomendaciones-practicas-reducir-impacto-t3015/124-p0.htm>

Luna, M. 2014. Automatización de casas con dispositivos móviles. Recuperado de: <http://blog.udlap.mx/investigacionconvida/2014/06/17/automatizacion-de-casas-con-dispositivos-moviles/>

MaquiClick. 2013. Automatización a través de dispositivos móviles. Recuperado de <http://www.fabricantes-maquinaria-industrial.es/es/blog-industrial/tags/tag/automatizacion-industrial-1/Page-2.html>

Polanco, K. & Taibo, J. 2011. "Android" el sistema operativo de Google para dispositivos móviles. *Negotium*, 7(19), 79-96.

Solórzano, R. 2005. Alimentación básica del cerdo. *Vademécum Avícola*.

ANEXOS

ANEXO 1. Formato encuesta

Conteste las siguientes preguntas marcando una X

1. ¿posee o no usted un sistema de automatización en su finca?

Sí ____ No ____

2. ¿conoce los beneficios de automatizar las fincas y haciendas?

Sí ____ No ____

3. ¿posee usted un dispositivo móvil con el sistema Android?

Sí ____ No ____ No conoce ____

4. ¿le gustaría poder automatizar su finca desde el celular?

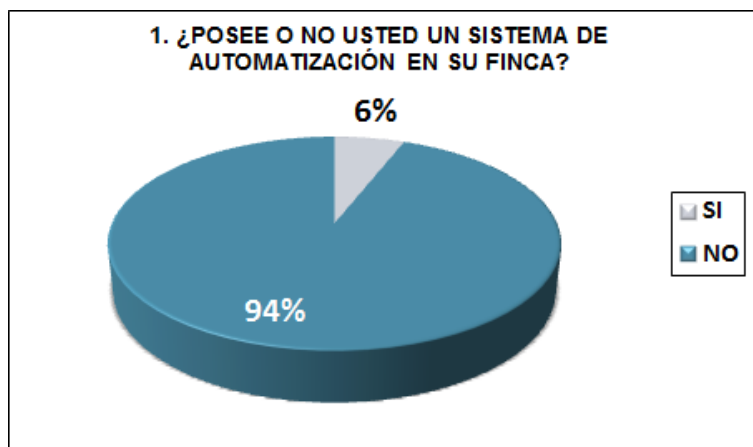
Sí ____ No ____

5. ¿cree usted que podrá manejar correctamente la aplicación móvil?

Sí ____ No ____

Tabla 1. ¿Posee o no usted un sistema de automatización en su finca?

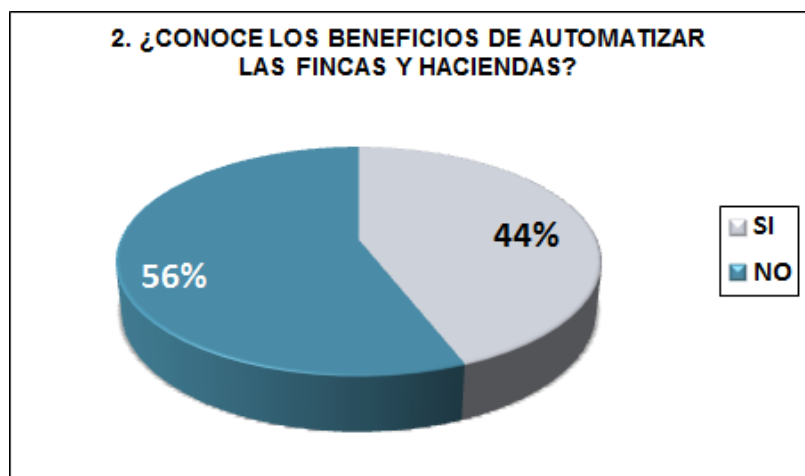
1. ¿POSEE O NO USTED UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN EN SU FINCA?	Frecuencia	porcentaje
SI	3	6%
NO	47	94%
TOTAL	50	100%



Grafica 2. ¿Posee o no usted un sistema de automatización en su finca?

Tabla 2. ¿Conoce los beneficios de automatizar las fincas y haciendas?

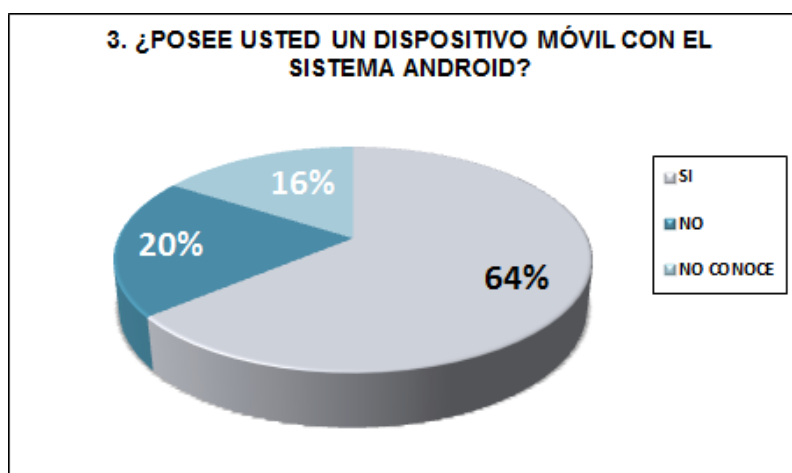
2. ¿CONOCE LOS BENEFICIOS DE AUTOMATIZAR LAS FINCAS Y HACIENDAS?	Frecuencia	porcentaje
SI	22	44%
NO	28	56%
TOTAL	50	100%



Gráfica 3. ¿Conoce los beneficios de automatizar las fincas y haciendas?

Tabla 3. ¿Posee usted un dispositivo móvil con el sistema Android?

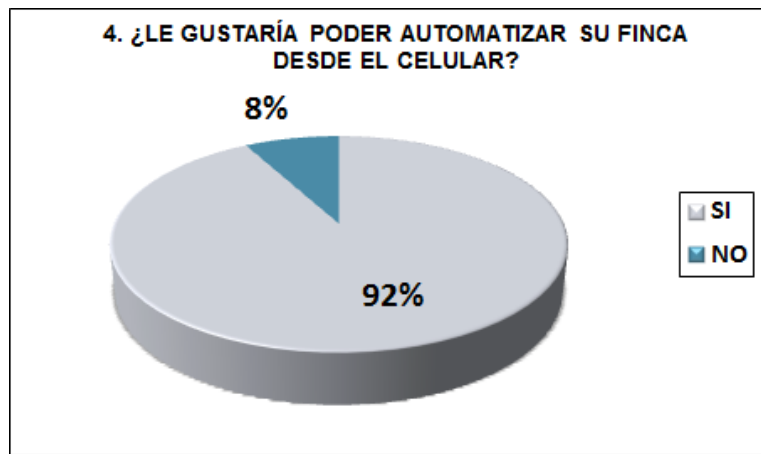
3. ¿POSEE USTED UN DISPOSITIVO MÓVIL CON EL SISTEMA ANDROID?	Frecuencia	porcentaje
SI	32	64%
NO	10	20%
NO CONOCE	8	16%
TOTAL	50	100%



Grafica 4. ¿Posee usted un dispositivo móvil con el sistema Android?

Tabla 4. ¿Le gustaría poder automatizar su finca desde el celular?

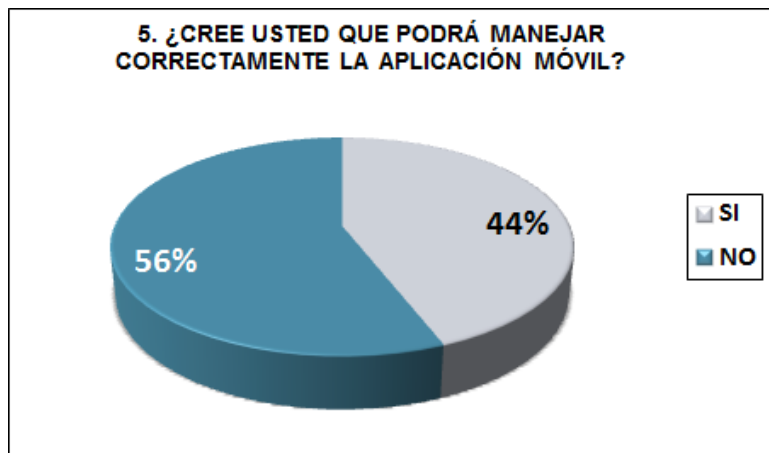
4. ¿LE GUSTARÍA PODER AUTOMATIZAR SU FINCA DESDE EL CELULAR?	Frecuencia	porcentaje
SI	46	92%
NO	4	8%
TOTAL	50	100%



Grafica 5. ¿Le gustaría poder automatizar su finca desde el celular?

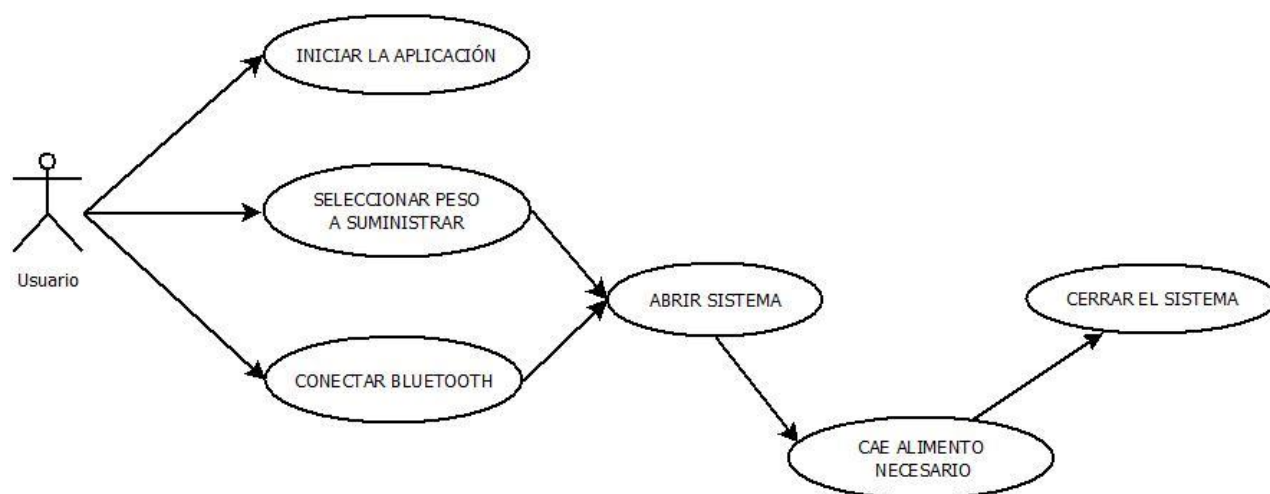
5. ¿CREE USTED QUE PODRÁ MANEJAR CORRECTAMENTE LA APLICACIÓN MÓVIL?	Frecuencia	porcentaje
SI	22	44%
NO	28	56%
TOTAL	50	100%

Tabla 5. ¿Cree usted que podrá manejar correctamente la aplicación móvil?



Grafica 6. ¿Cree usted que podrá manejar correctamente la aplicación móvil?

ANEXO 2. Caso de uso



CÓDIGO	REC001	
NOMBRE	Suministrar alimento	
PRIORIDAD	Alta	
ACTORES	Cliente/Servidor	
DESCRIPCIÓN	La aplicación debe mostrar los diferentes pesos a suministrar para realizar las pertinentes actividades.	
SECUENCIA NORMAL	Paso	Acción
	1	El usuario ingresa a la app
	2	La aplicación muestra los pesos a suministrar
	3	El usuario selecciona el peso
	4	El sistemas abre la compuerta
	5	El sistema obtiene el peso suministrado
CAMINO DE EXCEPCIÓN	Paso	Acción
	1	La conexión Bluetooth falla
	2	No se abra la compuerta del sistema
PRECONDICIÓN	El usuario debe seleccionar el peso a suministrar.	
POSTCONDICION	La aplicación muestra la base de datos de los pesos suministrados.	

DIAGRAMA DE SECUENCIA

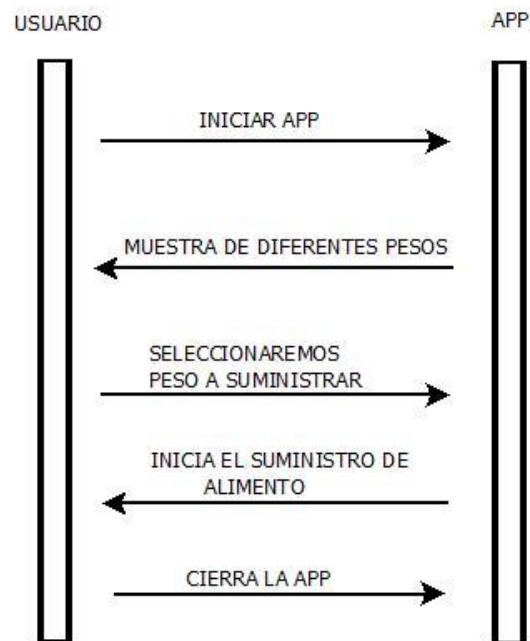
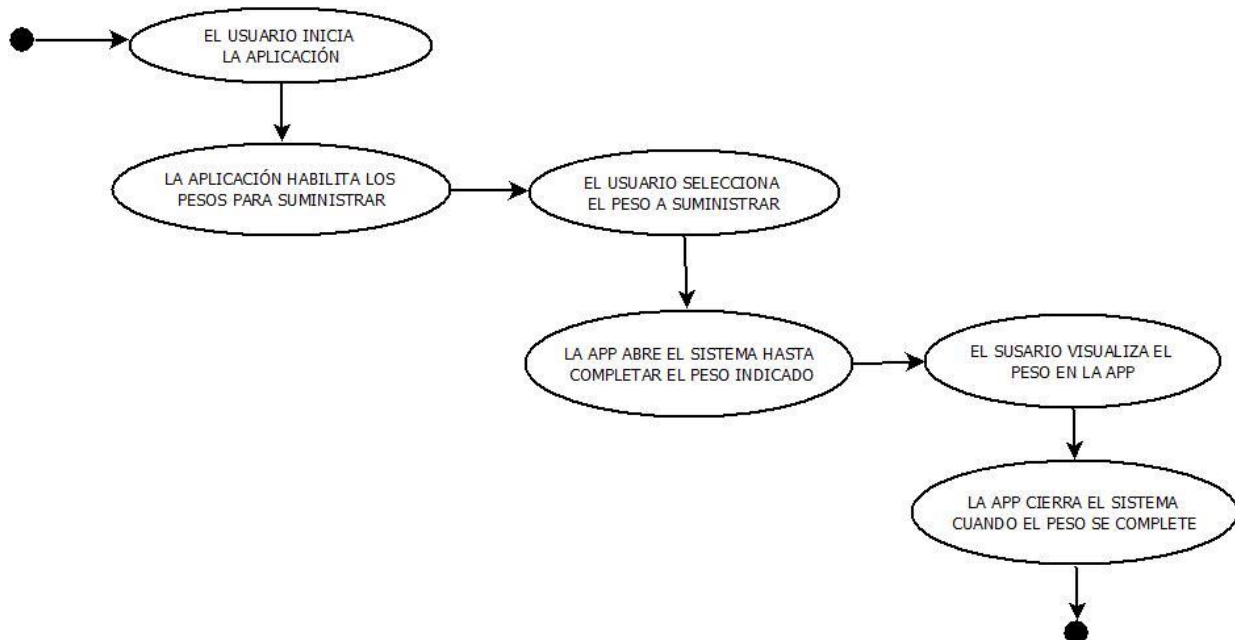
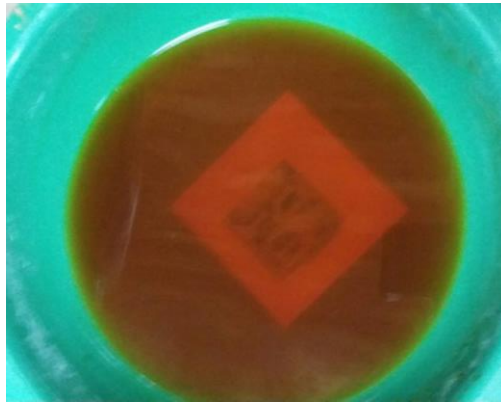


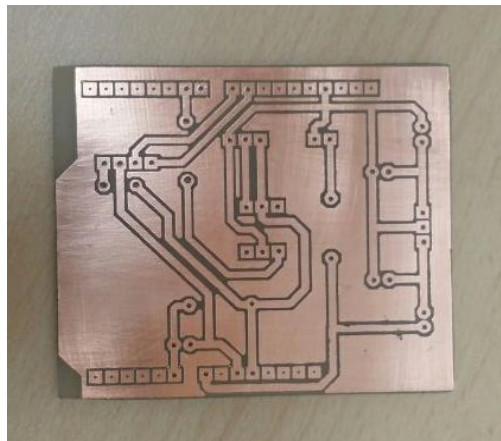
DIAGRAMA DE ACTIVIDADES



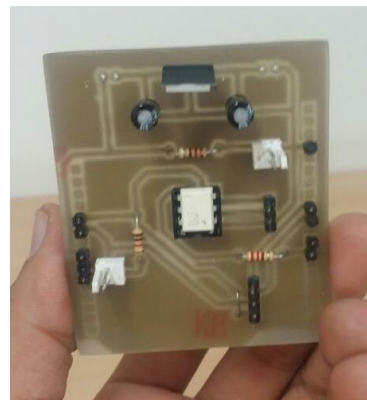
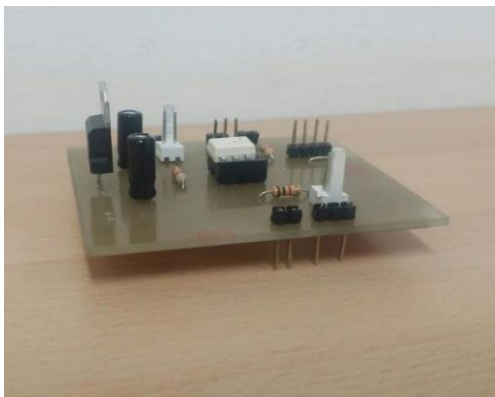
ANEXO 3. Evidencias del montaje del circuito



Revelando el circuito para su posterior ensamblado.



Circuito impreso y revelado en la baquelita



ANEXO 4. Caja y Tolva

Circuito listo con sus componentes montados.

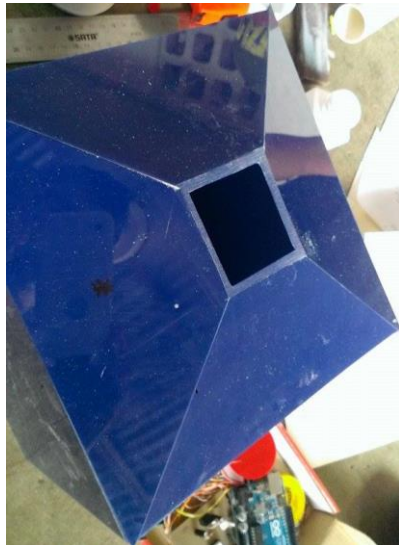
Armado de la caja para el circuito



Circuito montado en la caja



Armado de la tolva que va a contener el alimento



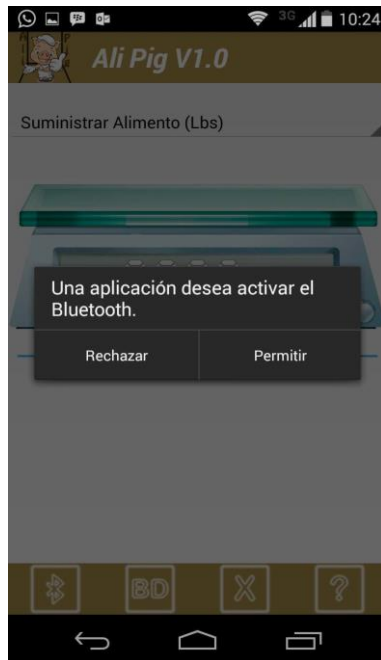
Tolva lista y armada



Soporte metálico para todo el sistema



ANEXO 5. Inicialización y manejo de la aplicación



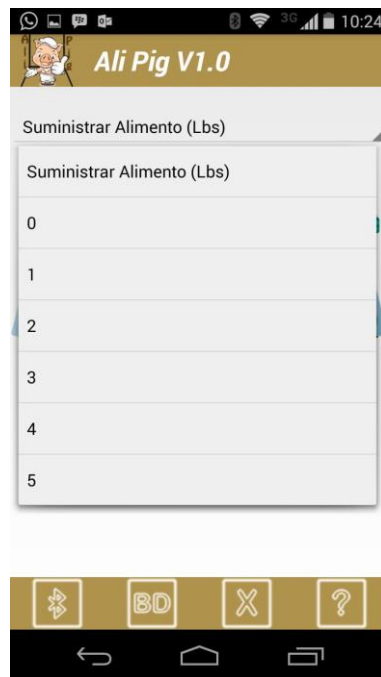
Inicializando la aplicación



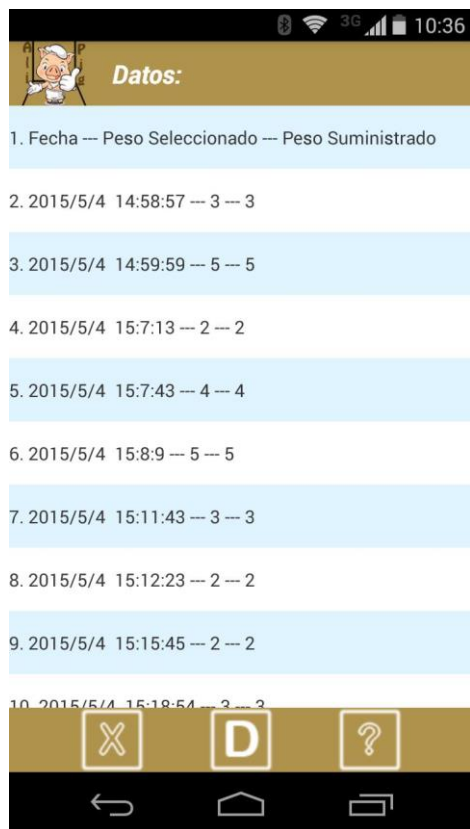
Aplicación inicializada e icono de ayuda
activado



Aplicación abierta



Cantidad de pesos a suministrar



1. Fecha	Peso Seleccionado	Peso Suministrado
2. 2015/5/4 14:58:57	3	3
3. 2015/5/4 14:59:59	5	5
4. 2015/5/4 15:7:13	2	2
5. 2015/5/4 15:7:43	4	4
6. 2015/5/4 15:8:9	5	5
7. 2015/5/4 15:11:43	3	3
8. 2015/5/4 15:12:23	2	2
9. 2015/5/4 15:15:45	2	2
10. 2015/5/4 15:18:54	3	3

Historial de Pesos suministrados